



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap

Institutionen för Husdjurens miljö och hälsa

Globala uppvärmningens påverkan på isbjörnens parasiter



Rebecca Söderberg

*Uppsala
2016*

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen

Delnummer i serien: 2016:81

Globala uppvärmningens påverkan på isbjörnens parasiter

The impact of global warming on the parasites of the polar bear

Rebecca Söderberg

Handledare: Jens Jung, institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Examinator: Eva Tydén, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: EX0700

Program: Veterinärprogrammet

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Serienamn: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen

Delnummer i serie: 2016:81

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Isbjörn, parasiter, global uppvärmning

Key words: Polar bears, parasites, global warming

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning.....	3
Material och metoder	3
Litteraturoversikt	4
Isbjörnen.....	4
<i>Trichinella</i> spp.....	5
<i>Toxoplasma gondii</i>	5
Isbjörnen och <i>Trichinella</i> spp	6
Isbjörnen och <i>Toxoplasma gondii</i>	7
Isbjörnens byten och <i>Toxoplasma gondi</i>	7
Diskussion	8
Förekomst och smittvägar för <i>Trichinella</i> spp. och isbjörnen	8
Via isbjörnskadaver.....	8
Via byten	8
Förekomst och smittvägar för <i>Toxoplasma gondii</i> och isbjörnen	9
Bytesskillnader.....	9
Geografiska skillnader.....	10
Via andra mellanvärdar	10
Via miljön.....	10
Kongenitalt.....	10
Via människor	11
<i>Toxoplasma gondii</i> och globala uppvärmningen	11
Globala uppvärmningens påverkan på isbjörnens parasiter	11
Litteraturförteckning	15

SAMMANFATTNING

Globala uppvärmningen är ett aktuellt problem och ett djurslag som påverkas framförallt av klimatförändringarna är isbjörnen (*Ursus maritimus*). På det cirkumpolära Arktis använder de havsisarna som plattform för att bedriva jakt, reproduktion och förflyttningar. Deras främsta byten är vikarsälar och storsälar, men de konsumerar även en mängd andra arter samt förekommer det kannibalism. Parasiter som har observerats hos vilda isbjörnar är *Toxoplasma gondii* och *Trichinella* spp. och i detta arbete har jag med hjälp av litteraturen undersökt förekomsten av dessa parasiter hos isbjörnar. Jag diskuterar möjliga smittvägar för parasiterna till isbjörnarna samt hur den globala uppvärmningen kan komma påverka parasiterna och därmed isbjörnarna.

Förekomsten av *Toxoplasma gondii* har även setts hos isbjörnens främsta byten vikarsälar och storsälar, men förekomsten av *Trichinella* spp. var jämförande med förekomsten av *Toxoplasma gondii* mycket låg hos dessa byten. Båda parasiterna har dock setts öka med en stigande ålder hos isbjörnarna, det kan bero på att sannolikheten att äta kadaver från ett infekterat djur ökar med en högre ålder. Vikarsälars föda består av arter där *Trichinella* spp. inte kan utvecklas vilket skulle kunna vara en möjlig förklaring till den låga förekomsten av parasiten hos dessa sälar. Den troligaste smittvägen av parasiten till isbjörnar skulle därför kunna vara via kadaver från andra infekterade isbjörnar. Isbjörnen är endast en mellanvärd för parasiten *Toxoplasma gondii*, dess huvudvärd är kattdjur. I Svalbard finns inga vilda kattdjur samtidigt som det är förbjudet att äga tamkatter inom skärgården, så en teori är att oocyster möjligen transporteras via havsströmmar från fastlandet i Norge till Svalbards kust. En annan möjlig smittväg skulle kunna vara via flyttande sjöfåglar som isbjörnar kan konsumerar. *Toxoplasma gondii* kan även överföras kongenitalt via placentan till fostret, men inga av studierna jag läst har haft resultat som tyder på att detta är en vanlig smittväg för parasiten hos isbjörnarna.

Klimatförändringarnas påverkan på och för parasiterna har diskuterats och olika möjliga förändringar har tagits upp, gemensamt har de att de mycket sannolikt kommer vara till parasiternas fördel. En jämförelse med parasitförekomsten hos svartbjörnar och bruna grizzlybjörnar finns med för att bedöma hur parasitförekomsten skulle kunna se ut i framtiden för isbjörnen som en konsekvens av ett varmare klimat. Ett mildare klimat på Arktis skulle även kunna leda till att fler människor flyttar dit och då även har med sig sina tamdjur och husdjur som skulle kunna bli nya smittkällor av sjukdomar till det arktiska djurlivet. Framförallt katter skulle kunna leda till en ökande förekomst av *Toxoplasma gondii* eftersom kattdjur är huvudvärd för parasiten.

Spekulationerna är många men gemensamt har de att den globala uppvärmningen på flera troliga sätt kommer påverka isbjörnens parasiter och därmed förekomsten hos isbjörnarna. Om detta verkligen är till en nackdel för isbjörnarna är oklart, men troligen ökar risken för en högre förekomst hos människor och andra arter om förekomsten blir högre hos isbjörnarna, vilket då kan leda till problem.

SUMMARY

Global warming is a current problem and the species that is most affected by the climate changes is the polar bear (*Ursus maritimus*). On the circumpolar Arctic, the bears have the sea ice as a platform to hunt, reproduce and move. They mainly prey on ringed seals and bearded seals, but cannibalism has also been seen. *Toxoplasma gondii* and *Trichinella* spp. are parasites that have been observed in the wild polar bears, and in this thesis I investigate the prevalence of these parasites in polar bears. The literature I have read focuses on possible routes of transmission to the polar bears, as well as speculations about how global warming will affect the parasites and thus affect the polar bears.

The prevalence of *Toxoplasma gondii* has also been detected in the polar bear's main prey, the aforementioned seals, but the presence of *Trichinella* spp. was comparative with the presence of *Toxoplasma gondii* very low in these preys. Both parasites have been seen to increase with the age of the polar bears, it may be due to the likelihood of eating carcass of an infected animal is more likely with older polar bears. The most likely route of transmission of *Trichinella* spp. to the polar bears would be through carcasses from other infected polar bears. The polar bear is only an intermediate host for the parasite *Toxoplasma gondii*, its definitive host is cats. Svalbard has no wild felid fauna, and it is illegal to own domestic cats within the Archipelago, so the speculation is that the oocysts may be transported via ocean currents from the mainland of Norway to Svalbard. Another possible trail of infection could be via migratory seabirds which polar bears can consume. *Toxoplasma gondii* can also be transmitted congenitally via the placenta directly to the fetus, but none of the studies I have read have had results suggesting that this is a common way of transmission to the polar bears.

Climate change impacts on the parasites were discussed and various possible changes have been raised are, jointly, that they very likely will be the parasites' advantage. A comparison with the parasitic occurrence of black bears and brown grizzly bears are made to get an insight into how the parasite prevalence in the polar bear possibly could look like in the future as a consequence of a warmer climate. A milder climate in the Arctic could also lead to more people moving there and bringing their domestic animals and pets with them, which in that case could become new sources of infection of diseases to the Arctic wildlife.

There is a wide range of speculations regarding the parasites of the polar bear, but they are commonly suggesting a growth in population as we see an increase in global warming. The severity is unknown, but the parasitic increase may cause an expansion in cross-species contamination, e.g. in humans.

INLEDNING

Globala uppvärmningen är ett aktuellt problem som kommer leda till klimatförändringar med ökade temperaturer (Meerburg och Kijlstra 2009) och ett djurslag som framförallt kommer påverkas av dessa följder är isbjörnen (*Ursus maritimus*) som är beroende av havsisarna av flera olika anledningar (Stirling och Derocher 1993). En möjlig konsekvens av miljöförändringarna är att patogeners överlevnad kommer påverkas (Meerburg och Kijlstra 2009) och därmed även risken för isbjörnarna att drabbas av sjukdom.

Toxoplasma gondii och *Trichinella* spp. är två parasiter som observerats hos vilda isbjörnar (Fagre *et al.* 2015), men dock inte alltid hos deras främsta byten vikarsälar (*Phoca hispida*) och storsälar (*Erignathus barbatus*). Om smittvägarna för parasiterna till isbjörnarna inte är genom isbjörnarnas föda, vilka möjliga smittvägar är det då?

Eftersom global uppvärmning är ett nytt, aktuellt problem finns det många frågor utan några säkra svar. Syftet med detta arbete är därför att undersöka vilka möjliga smittvägar som finns och vad för parasiterna *Toxoplasma gondii* och *Trichinella* spp. till isbjörnarna, samt att undersöka vilka utsikter som finns kring framtida konsekvenser för parasiterna, och därmed isbjörnarna, på grund av klimatförändringarna.

MATERIAL OCH METODER

Artiklarna som använts har främst hittats via *Google Scholar*, *Science Direct* och *Pubmed*. En del artiklar hittades även genom andra artiklars referenslistor.

I mina sökningar har jag använt mig av följande sökord: *Polar bears parasites*, *Ursus maritimus*, *global warming*, *Toxoplasma gondii*, *Trichinella* spp.

LITTERATURÖVERSIKT

Isbjörnen

Isbjörnarna (*Ursus maritimus*) är solitära rovdjur (Derocher och Stirling 1990) och finns cirkumpolärt i arktiska områden på det norra halvklotet (Nationalencyklopedin 2016a). Isbjörnarna är beroende av havsisen som fungerar som plattform för isbjörnarna men den är även viktig för deras byten sälarna, framförallt vikarsälarna (*Phoca hispida*) som är isbjörnarnas huvudföda. På havsisarna jagar isbjörnarna medan vikarsälarna använder den för att föda och sköta om sina ungar. Förutom för att jaga och äta säl är isbjörnarna beroende av havsisen för att söka partners och para sig, för att få tillgång till landområde där honorna har sina bon, för att föda och sköta om ungarna och även använder de havsisen för att göra sig långväga förflyttningar (Stirling och Derocher 1993). Under sommaren när havsisen smälter förflyttar vissa isbjörnspopulationer sig upp på land där de spenderar 70-90 % av deras tid att vila och under denna tid äter de endast lite (Derocher och Stirling 1990). Isbjörnarnas fördelning och rörelser under den isfria perioden studerades i västra Hudson Bay av Derocher *et al.* (1990) och de kom fram till att isbjörnarna segregerade sig beroende på ålder, kön och reproduktionsstatus. Kustområden ockuperades av vuxna hanar medan familjegrupper och dräktiga honor intog områden längre in på land.

Enligt en annan studie gjord av Derocher *et al.* (2002) dominerades isbjörnens bytessammansättning, baserat på antalet, av vikarsälar (63 %), följt av storsälar (*Erignathus barbatus*) (13 %), grönländssälar (*Phoca groenlandica*) (8 %) och okända arter (16 %). Dock dominerades sammansättningen av storsälar (55 %) när de gjorde om de kända bytena till biomassa, följt av vikarsälar (30 %) och grönländssälar (15 %), vilket tyder på att storsälar har ett betydande bidrag till isbjörnarnas kost när biomassan övervägs. För isbjörnarna som lever i mer pelagiska habitat spelade sannolikt grönländssälarna en viktig, men mindre, roll i deras diet, men dock endast under sommarmånaderna (Derocher *et al.* 2002). Förutom sälar konsumerar isbjörnen även en mängd annat, så som kadaver från valrossar (*Odobenus rosmarus*) (Calvert och Stirling 1990), vitvalar (*Delphinapterus leucas*) och narvalar (*Monodon monoceros*) (Derocher *et al.* 2002, Nationalencyklopedin 2016a) samt även sjöfåglar (Stempniewicz 1993), fågelägg, smådäggdjur och en del växter (Nationalencyklopedin 2016a). Kannibalism har även observerats bland isbjörnar (Amstrup *et al.* 2006).

Infektiösa agens så som bakterier, virus och parasiter förekommer hos isbjörnarna och har studerats hos vilda och fångade isbjörnar. Ett antal parasiter har förekommit, men de som har observerats förekomma hos vilda isbjörnar var *Toxoplasma* spp. och *Trichinella* spp. (Fagre *et al.* 2015).

Trichinella spp.

Trichinella spp. är en nematod där släktet *Trichinella* har den bredaste utbredningen geografiskt samt gällande värdarter av alla parasitära rundmaskar (Wakelin och Goyal 1996). Många olika arter kan vara värd för *Trichinella* spp. (däggdjur, fåglar och reptiler), dock är människan den enda värden som blir kliniskt påverkad (Gottstein *et al.* 2009). Alla arter inom släktet *Trichinella* har en livscykel där parasiten fullbordar en hel generation inuti en enda värd. Infekterad muskelvävnad med L1-larver intas och följer med digestionskanalen till tunntarmen där L1-larverna blir aktiva och inträder epitellagret. Där genomgår de fyra omvandlingar för att bli vuxna maskar och 48 timmar efter infektion påbörjas parningen mellan hanar och honor. Från och med dag fem frisläpps sedan de nyfödda larverna från honorna ut i mukosan för att sedan migrera ut i lymf- och blodkärl som tar dem till tvärstrimmiga muskelceller. Där penetrerar de tvärstrimmiga muskelceller och utvecklas till det infektiösa L1-stadiet under 2-3 veckor (Wakelin och Goyal 1996). I muskelcellerna kan larven överleva i flera år, i över 20 år i exempelvis isbjörnar och upp till 40 år i människor (Gottstein *et al.* 2009).

Toxoplasma gondii

Toxoplasma gondii är en allmänt förekommande parasit i de flesta delar av världen. Det är en protozo som sannolikt kan infektera alla varmblodiga djur (däggdjur och fåglar) samt även människor, vilket gör den till en zoonos. Den är av både veterinärmedicinsk och humanmedicinsk betydelse eftersom kan orsaka abort eller medfödda sjukdomar hos sina mellanvärdar (Tenter *et al.* 2000). Dess huvudvärd är kattdjur (Felidae) (Dubey 1998a) och överföringen av parasiten kan ske kongenitalt, via karnivorism och fekalt-oralt (Dubey 2008), där de två huvudsakliga överföringssätten är intag av vävnadscystor i ej tillräckligt tillagat kött samt postnatalet intag av mat och vatten som är kontaminerat med kattfeces (Dubey 1998a).

Toxoplasma gondii har tre infektiösa stadier i dess livscykel, dessa är: tachyzoiter, bradyzoiter i vävnadscystor och sporozoiter i sporulerade oocyster. I en mellanvärd genomgår parasiten två faser av asexuell utveckling där tachyzoiter i den första fasen multipliceras snabbt genom upprepande endodyogeny i många olika typer av värdceller. Den andra utvecklingsfasen inleds av tachyzoiter i sista generationen. Det kommer leda till bildningen av vävnadscystor där bradyzoiter sakta kommer multipliceras genom endodyogeny inuti dessa cystor. Vävnadscystorna har hög affinitet för neural- och muskelvävnad, men kan även i en mindre utsträckning bli hittade i visceral organ som exempelvis lungor och lever. För mellanvärdar är vävnadscystor det sista livscykelsteget och omedelbart smittsamma (Tenter *et al.* 2000). Hos vissa djurslag kan de fortleva länge, kanske hela livet hos värden (Dubey 1998a).

Bradyzoiterna påbörjar en annan asexuell fas av proliferation om de intas av en huvudvärd. Denna fas består av initial multiplikation genom endodyogeny som sedan följs av repeterande endopolygeny i de epiteliella cellerna i tunntarmen. Den sexuella fasen i deras livscykel påbörjas sedan av det sista stadiet av denna asexuella multiplikation. I tunntarmens epitel sker även gamogony och bildning av oocyster. I inälvslumen frisläpps oocyster som ej har

sporulerat och dessa passerar med feces ut till miljön. Det är utanför värden som sporogony sker och det leder till utvecklingen av infektiösa oocyster som innehåller sporozoiter (Tenter *et al.* 2000). Att oocysterna är resistent mot påverkan från miljön är väl känt, där torkning och frysning är inkluderat, och det har setts att oocyster som förvarades vid -5°C och -10°C i 106 dagar inte förlorade deras smittningskapacitet. *Toxoplasma gondii*-infektioner är dock generellt mer prevalent i klimat med mildare temperaturer jämfört med varma och torra miljöer (Dubey 1998b). En studie har gjorts där resultaten tyder på att oocyster från *Toxoplasma gondii* kan sporulera i havsvatten och vara smittsamma för mellanvärdar, och studien visade även att redan sporulerade oocyster kan överleva i minst sex månader i havsvatten (Lindsay *et al.* 2003).

Alla dessa tre steg är infektiösa för såväl mellanvärdar som huvudvärdar och tros kunna överföras från huvudvärdar till mellanvärdar, från mellanvärdar till huvudvärdar samt även mellan huvudvärdar och mellan mellanvärdar (Tenter *et al.* 2000).

Isbjörnen och *Trichinella* spp.

Larsen och Kjos-Hanssen (1983) gjorde en studie för att se sambandet mellan *Trichinella* spp. och isbjörnarnas kroppslängd och ålder. Prover från 376 isbjörnar användes och det sågs att förekomsten av *Trichinella*-infektion i olika isbjörnsprover varierade mellan 23 % och 58 % (genomsnittsvärdet var 36 %). Det var ingen betydande skillnad gällande infektionsgrad hos hanar jämfört med honor och det var inte heller någon tydlig höjning av infektion i samband med ökande kroppslängd. I studien var det 86 stycken isbjörnar som hade kroppslängd som var mindre än 230 cm och dessa klassificerades som ungar och juvenila. 28 stycken av dessa hade trichinellos, vilket gav en infektionsgrad på 33 %. 81 isbjörnar klassificerades som halv vuxna eller vuxna och av dessa hade 29 stycken trichinellos, vilket var en infektionsgrad på 36 % (Larsen och Kjos-Hanssen 1983).

En annan studie gjordes av Born och Henriksen (1990) genom att analysera muskelprover, framförallt diafragma, från 38 skjutna isbjörnar. I 12 stycken (32 %) av isbjörnarna hittades *Trichinella*-larver, men även de såg ingen skillnad i infektionsförekomst hos hanar jämfört med honor. Dock såg de en ökning av förekomst med stigande ålder hos isbjörnarna där ingen av ungarna som var beroende av sin moder var infekterade. Hos unga och juvenila djur var 25 % infekterade medan 53 % av de vuxna (5 år eller äldre) isbjörnarna var infekterade av *Trichinella* (Born och Henriksen 1990).

Forbes (2000) sammanfattade studier om förekomsten av *Trichinella* spp. i marina däggdjur och av sammanlagt 2743 testade vikarsälar hade 3 stycken djur testats positivt. Av sammanlagt 876 testade storsälar var 3 stycken testade positivt enligt sammanfattningen av studierna (Forbes 2000)

I exempelvis en studie där 252 vikarsälsprover och 84 storsälsprover användes var ingen av proverna infekterade med *Trichinella* (Larsen och Kjos-Hanssen 1983).

Isbjörnen och *Toxoplasma gondii*

I studien gjord av Jensen *et al.* (2010) i Svalbard var nästan hälften (45,6 %) av blodproven (insamlade mellan åren 1992-2008) från isbjörnarna seropositiva för *Toxoplasma gondii* och det sågs en betydande ökning av förekomsten av seropositivitet med ökande ålder. Förekomsten var betydande högre hos hanar (52,3 %, n =111) jämfört med hos honor (39,3 %, n =117), men denna skillnad sågs endast hos äldre isbjörnar, hos isbjörnar upp till 10 års ålder var förekomsten av *Toxoplasma gondii* liknande mellan könen. Det var även en signifikant geografisk skillnad av förekomst. 25,5 % av isbjörnarna från nordöstra Svalbard var seropositiva, medan motsvarande värden från nordvästra Svalbard var 53,1 % och från södra Svalbard 51,4 % (Jensen *et al.* 2010).

Oksanen *et al.* (2009) studerade förekomsten av antikroppar mot *Toxoplasma gondii* från isbjörnar från Svalbard och Barents hav (insamlade mellan åren 1990 – 2000) och östra Grönland (insamlade mellan åren 1999-2004) och i den studien studerades bland annat 83 ungar som var beroende av sina mödrar. Av dessa var endast 3 positiva (3,6 %) och alla ungar (12 totalt) till seropositiva mödrar (7 totalt) var seronegativa. Bland oberoende isbjörnar var 95 seropositiva (21,4 %) av 444 studerande och i studien sågs geografiska skillnader där förekomsten var högre i Svalbard med 24,3 % positiva av 342 jämfört med Grönland där 11,8 % var positiva av 102 studerade isbjörnar. Förekomsten av antikroppar mot *Toxoplasma gondii* ökade med isbjörnarnas stigande ålder, hos äldre djur var förekomsten vanligare. Ingen skillnad sågs mellan könen när båda populationerna studerades tillsammans, men när de studerades separat fanns det en förekomstskillnad. I Svalbard var förekomsten högre bland hanar än honor, medan det på Grönland var tvärtom där förekomsten var högre bland honor jämfört med hanar. Honorna i båda populationerna hade dock väldigt liknande förekomst av antikroppar mot *Toxoplasma gondii* (Oksanen *et al.* 2009).

Isbjörnens byten och *Toxoplasma gondii*

Antikroppar mot *Toxoplasma gondii* har rapporterats hos isbjörnens byten, bland annat deras främsta byten vikarsälar och storsälar, men även hos valrossar som de ibland konsumerar. Detta påvisades i blodprov från de nämnda arterna i områden som sträckte sig från kustvattnet i sydöstra Alaska till Berings sund (Dubey *et al.* 2003).

I en annan studie som utfördes av Jensen *et al.* (2010) i Svalbard undersökte de förekomsten av *Toxoplasma gondii* hos isbjörnar och deras diverse potentiella byten. Studien baserades på blodprov där resultat blev att 18,7 % av de 262 analyserade vikarsälarna var seropositiva, men det var inget betydande förhållande mellan förekomsten och kön, ålder eller område. Hos storsälarna var 12,5 % av 80 storsälar seropositiva och alla seropositiva var vuxna sälar. Inom åldersgruppen vuxna storsälar var 66,7 % av storsälarna seropositiva och 6 stycken av dessa seropositiva var vuxna honor med diande ungar, där alla av deras ungar var seronegativa. Alla vikarsälar och storsälar var från västra och nordvästra delar av Svalbard. Alla knubbsälar (*Phoca vitulina*), vitvalar och narvalar som undersöktes i denna studie var seronegativa (Jensen *et al.* 2010).

Oksanen *et al.* (1998) gjorde en studie där de samlade in prover i Nordatlanten (inkluderat i vatten runt Svalbard) från grönländssälar, vikarsälar, blåssälar (*Cystophora cristata*) samt vikvalar (*Balaenoptera acutorostrata*) mellan åren 1991-1996. I den studien fann de inga seropositiva prover för *Toxoplasma gondii*.

DISKUSSION

Förekomst och smittvägar för *Trichinella* spp. och isbjörnen

Via isbjörnskadaver

Born och Henriksen (1990) såg i deras studie en ökande förekomst av *Trichinella* spp. med stigande ålder hos isbjörnarna, där 53 % av de vuxna isbjörnarna i studien var infekterade med parasiten. Sannolikheten att en individuell isbjörn äter kadaver från en annan isbjörn som är infekterat med *Trichinella* spp. skulle kunna vara relevant att förvänta sig med en stigande ålder hos isbjörnen påpekar de. Eftersom förekomsten av parasiten var låg hos isbjörnarnas byten samtidigt som kannibalism förekommer, är kannibalism sannolikt kanske den troligaste smittvägen av *Trichinella* spp. till isbjörnarna, vilket skulle stödja det Born och Henriksen (1990) påpekar ovan.

Via byten

Isbjörnarnas viktigaste bytesdjur är vikarsälen, och vikarsälens föda består av fisk, musslor och kräddjur (Nationalencyklopedin 2016b). Larsen och Kjos-Hanssen (1983) nämner i samband med deras studie där de inte fann något av deras 252 vikarsälsprover infekterat, att *Trichinella* inte kan utvecklas i vikarsälens främsta födoarter, vilket stämmer överens med deras observationer.

I sammanfattningen gjord av Forbes (2000) om studier gjorda om förekomsten av *Trichinella* spp. i marina däggdjur var dock 3 stycken vikarsälar testade positivt av sammanlagt 2743 studerade vikarsälar samt av sammanlagt 876 testade storsälar var 3 stycken testade positivt enligt sammanfattningen. Förekomst av *Trichinella* spp. i isbjörnens främsta bytesdjur finns därmed bekräftat och Kapel *et al.* (2003) diskuterar om överföring av parasiten till sälar skulle kunna ske genom asätning på små mängder infekterad vävnad från andra arktiska däggdjur. Detta menar de eftersom det är känt att valrossar asäter på vävnader från däggdjur, så som sälar och isbjörnar, och därmed är det inte omöjligt att detta skulle kunna vara en smittväg för sälarna också. En annan alternativ smittväg som de nämner att flera författare föreslagit är via ingestion av kräddjur och fiskar som innehåller mycket låga halter av *Trichinella*-larver. Detta eftersom kräddjur och fiskar har visat sig kunna fungera som passiva vektorer, men denna smittväg är mycket spekulativ. Även Forbes (2000) diskuterar dessa möjliga smittvägar och tror att det är sannolikt att de genom direkt asätning eller indirekt genom förtäring av fiskar och kräddjur som har ätit på infekterat kadaver, kan bli infekterade. Denna exponering sker

nog sällan påpekar han dock, vilket skulle stämma överens med den mycket låga förekomsten.

Förekomst och smittvägar för *Toxoplasma gondii* och isbjörnen

Toxoplasma gondii har som huvudvärd kattdjur (Dubey 1998a) och Jensen *et al.* (2010) påpekar att de höga nivåerna av *Toxoplasma gondii* är överraskande eftersom det inte finns någon fauna med vilda kattdjur i Svalbard samtidigt som det är olagligt att äga domesticerade katter inom skärgården. Källan till förekomsten av *Toxoplasma gondii* i Svalbards marina ekosystem är därför lite av ett mysterium eftersom den är dåligt förstådd.

Oksanen *et al.* (2009) diskuterar hur katter trots kattförbudet i Svalbard kan vara den potentiella smittkällan av *Toxoplasma gondii* hos isbjörnar. De nämner att några katter kanske kan existera i ryska gruvsamhällen och därför går det inte att utesluta katter som smittkälla. De poängterar dock att även om det vore så att det finns katter där, så är populationen lokal och mycket begränsad i förhållande till de rätt höga procentsiffrorna seropositiva isbjörnar. Det vore därför obegripligt att anta att några få katter skulle spela en så pass viktig roll i epidemiologin av *Toxoplasma gondii* i det vidsträckta höga Arktis, där procentsiffrorna tyder på att isbjörnar vanligen blir infekterade av parasiten.

Byteskillnader

Studier har visat förekomst av *Toxoplasma gondii* hos isbjörnarnas främsta byten vikarsälar och storsälar (Dubey *et al.* 2003, Jensen *et al.* 2010), så detta är mycket möjlig smittväg av parasiten till isbjörnarna. Hur sälarna exponeras för parasiten är dock fortfarande lika oförstått.

Förekomsten av *Toxoplasma gondii* har setts skilja sig mellan könen och geografiskt (Oksanen *et al.* 2009, Jensen *et al.* 2010) och Oksanen *et al.* (2009) diskuterar möjliga faktorer bakom skillnaderna. De menar att det verkar troligt att skillnaderna beror på att olika områden kan vara bytesspecifika samtidigt som könen kan ha olika bytespreferenser i dessa områden. I deras studie var förekomsten av parasiten hos honor på Grönland högre jämfört med hanarna. De ger till exempel att en förklaring till skillnaden skulle kunna vara om hanarna i detta område vanligen livnär sig på sälar med låg prevalens för *Toxoplasma gondii*, medan honornas föda i hög grad istället kanske är mer landlevande arter med en eventuellt högre prevalens för parasiten. I deras studie var det dock tvärtom i Svalbard, där hanarna istället hade en högre förekomst av parasiten jämfört med honorna. Om parasiten är mer frekvent i vissa av deras marina bytesdjursarter i Svalbard jämfört med Grönland skulle denna skillnad kunna förklaras enligt dem. De menar också att en annan möjlig förklaring skulle kunna vara att hanarna i Svalbard och Grönland jagar olika bytesdjur och därav exponeras olika för parasiten.

Geografiska skillnader

Jensen *et al.* (2010) spekulerar i möjliga anledningar till geografiska skillnader förekomstsmässigt av *Toxoplasma gondii* hos isbjörnarna och deras främsta bytesdjur vikarsälarna och storsälarna. I deras studie var det en signifikant geografisk skillnad av förekomst där 25,5 % av isbjörnarna från nordöstra Svalbard var seropositiva, medan dubbelt så många (53,1 % och 51,4 %) från nordvästra Svalbard och södra Svalbard var seropositiva. Dock var alla sälar i deras studie från västra och nordvästra delar av Svalbard, så ingen jämförelse kunde göras med sälar från nordöstra delar av arkipelagen där den tydliga lägre förekomsten hos isbjörnar kunde ses. En möjlig faktor menar Jensen *et al.* (2010) skulle kunna vara att den nordatlantiska driften transporterar varmt atlantiskt vatten från sydliga breddgrader till västkusten och det nordöstra hörnet av Spetsberget, som blir starkt påverkat av detta. Medan de norra och speciellt de östra delarna av arkipelagen istället är dominerat av påverkan från det kalla arktiska vattnet. I sin tur påverkar detta sedan den marina faunan i dessa olika områden.

Via andra mellanvärdar

Isbjörnen kan konsumera sjöfåglar (Derocher *et al.* 2002) och Jensen *et al.* (2010) tar upp att flyttfåglar skulle kunna vara en annan möjlig smittväg för överföringen av parasiten till isbjörnarna. Infektion hos flyttfåglarna skulle möjligen kunna orsakas avflugor som bär sporulerade oocyster på deras exoskelett (Meerburg och Kijlstra 2009).

Via miljön

Oocyster kan överleva flera månader i havsvatten (Lindsay *et al.* 2003) och Berge *et al.* (2005) har beräknat att transporttiden för en havspartikel från fastlandet i Norge till Svalbards västra kust, transporterad med havsströmmar, är beräknad till 45-80 dagar. Med denna information diskuterar Jensen *et al.* (2010) möjligheten att vattnet är en smittväg för parasiten till isbjörnarna. Studierna ovan stödjer teorin som Jensen *et al.* (2010) tar upp om att sötvattensavrinnningar som tagit sig till havet, samt att avföring från huskatter i avloppssystem som är anslutna till havet, skulle kunna vara förklaringar till hur oocysterna tar sig till kattfria Svalbard.

Kongenitalt

Generellt kan överföringen av parasiten ske bland annat kongenitalt (Dubey 2008) men i studien gjord av Oksanen *et al.* (2009) hade alla seropositiva isbjörnsmodrar (där ungarna fortfarande var beroende av sin moder) ungar som var seronegativa. Även alla seropositiva storsälshonor hade diande ungar som seronegativa (Jensen *et al.* 2010). Överföring av parasiten till fostret via placenta verkar därför inte vara en vanlig smittväg baserat på resultat från dessa studier.

Via människor

Jensen *et al.* (2010) tar upp att fartygstrafiken med turister har ökat de senaste åren och diskuterar att bland annat nedbrytningsbart material som dumpas från fartygen skulle kunna vara en smittkälla, exempelvis kan oocyster finnas på frukt och grönsaker som sedan kan riskera att hamna i det marina ekosystemet via dumpningen.

***Toxoplasma gondii* och globala uppvärmningen**

Meerburg och Kijlstra (2009) diskuterar hur den globala uppvärmningen kommer påverka *Toxoplasma gondii* och har identifierat tre olika effekter på parasiten:

1. Miljöförändringar kommer påverka patogenöverlevnaden
2. Sporulerade oocyster kommer lättare spridas runtom i miljön på grund av ökad nederbörd
3. Ekologin för (transport-)värdar kommer påverkas av klimatförändring

Parasitens oocyster är mycket tåliga mot miljöpåverkan, så som frysning och torkning (Dubey 1998b) och kan överleva flera månader ute i miljön (Dubey 1998b, Lindsay *et al.* 2003), men är generellt mest prevalent i klimat med mildare temperaturer (Dubey 1998b). Klimatförändringar kommer generellt orsaka ökande temperatur med torrare somrar och varmare vintrar. Det menar Meerburg och Kijlstra (2009) betyder att det är troligt att sporulerade oocysters överlevnad även kommer öka eftersom vintertemperaturer kommer öka (med undantag för extremt vinterväder under korta perioder), vilket i sin tur kan ha följder för mellan- och huvudvärdarnas prevalens för parasiten.

Meerburg och Kijlstra (2009) skriver att det är känt att risken för *Toxoplasma gondii*-infektion hos katter påverkas direkt av klimatfaktorer och risken för infektion ökar när vädret är både fuktigt och varmt. Därför borde det inte vara en osannolik spekulatioon tycker jag att förvänta sig ett ökade antal infektioner på Arktis eftersom risken för oocyster som lyckas ta sig med havsströmmar i sådant fall ökar med fler infekterade katter i Europa.

Förändringar i ekologiska mönster för parasitens värdarter kan även bli en effekt av förändrade miljöförhållanden menar Meerburg och Kijlstra (2009), med exempelvis ny ekologisk jämvikt för predatorer och byten-förhållanden. Ett exempel de ger är att ökade temperaturer för till exempel insektspopulationer kan leda till aktivitet tidigare på året, med ökad tillväxt och minskning gällande dödlighet på vintern tack vare mildare vintrar. Just denna aspekt är viktig nämner de eftersom artropoder och ledmaskar kan fungera som transportvärdar för *Toxoplasma gondii* och på så sätt överföra parasiten ut till miljön och därmed kanske möjliggöra infektion hos fåglar och däggdjur.

Globala uppvärmningens påverkan på isbjörnens parasiter

Isbjörnen är ett solitärt rovdjur (Derocher och Stirling 1990) och använder havsisen till deras essentiella beteenden så som jakt, reproduktion och förflyttningar långväga samt till landområden (Stirling och Derocher 1993). Direkt påverkan på havsisarna som en konsekvens

av den globala uppvärmningen kommer därmed indirekt påverka isbjörnarnas essentiella beteenden men även om tillgängligheten till havsisar minskar kommer en sannolik följd bli att antalet isbjörnar per yta kommer öka på de havsisar som finns kvar. Sannolikt kommer därmed risken att en isbjörn äter kadaver från en annan infekterad isbjörn även öka. Isbjörnarnas huvudföda vikarsälen använder också havsisen som plattform för att föda och sköta om sina ungar (Stirling och Derocher 1993), så om havsisarna försvinner kanske vikarsälarnas population minskar som följd av att deras reproduktionsbeteende störs. Enligt studier har förekomst av *Toxoplasma gondii* observerats hos vikarsälarna (Dubey *et al.* 2003, Jensen *et al.* 2010) men av *Trichinella* spp. har endast låg förekomst observerats i studier (Forbes 2000). Om antalet vikarsälar minskar borde man kunna förvänta sig att isbjörnarna kommer behöva ändra sina bytesvanor. En följd av detta skulle kunna vara att isbjörnens födointag kommer ersättas med byten som har högre förekomst av framförallt *Trichinella* spp., men även kanske *Toxoplasma gondii*. *Trichinella* spp. har den bredaste utbredningen geografiskt och gällande värdarter av alla parasitära rundmaskar (Wakelin och Goyal 1996), så sannolikheten att isbjörnen kan infekteras från ett annat bytesdjur kan tyckas vara rätt trolig.

Oksanen *et al.* (2009) diskuterade könsskillnaden angående förekomst av *Toxoplasma gondii* i deras studie och gav till exempel att en förklaring till skillnaden skulle kunna vara om hanarna i detta område vanligen livnär sig på sälar med låg prevalens för *Toxoplasma gondii*, medan honornas föda i hög grad istället kanske är mer landlevande arter med en eventuellt högre prevalens för parasiten. Detta stöds i så fall av studien gjord av Derocher *et al.* (1990) där de såg att kustområden ockuperades av vuxna hanar medan familjegrupper och dräktiga honor intog områden längre in på land, därför borde en bytesskillnad mellan könen kunna förväntas. Om denna förklaring till könsskillnaden gällande förekomst av parasiten stämmer kan då även en följd av minskade havsisar vara att isbjörnarna kommer behöva söka sig upp mer på land och därmed jaga mer landlevande arter där prevalensen för parasiten kanske är högre. Risk för infektion av parasiten borde då sannolikt öka.

En översikt över björnas parasiter är gjord av Rogers och Rogers (1976) där *Trichinella spiralis* var den enda parasiten som var rapporterad hos vilda isbjörnar; jämfört med svartbjörnar där 31 parasiter rapporterades och med bruna grizzlybjörnar i Nordamerika där 15 parasiter var rapporterade. *Trichinella spiralis* var inräknad bland både svartbjörnarnas och de bruna grizzlybjörnarnas parasiter. Ett varmare klimat som följd av den globala uppvärmningen skulle kanske i framtiden innebära att isbjörnarnas levnadssätt skulle börja efterlikna deras släktingars och därmed en ökad risk att infekteras med andra parasiter än *Toxoplasma gondii* och *Trichinella* spp. Burek *et al.* (2008) tar upp att i området vid Beauforthavet i norra Alaska och i området vid Tjuktjerhavet i östra Sibirien har antal isbjörnar som stannar på land under sommaren och tidiga hösten ökat. Dessa kustregioner är redan upptagna av grizzlybjörnar, så en följd av denna mer regelbundna samförekomst av dessa närbesläktade, men i vanliga fall områdesskilda, arter skulle kunna vara att risken för överföring av sjukdomar mellan dem möjligen kunna öka menar Burek *et al.* (2008). Det är inte omöjligt att förvänta sig tycker jag att isbjörnarna troligen kommer söka sig upp mer på land som en följd av smältande, och därmed mindre tillgängliga, havsisar på grund av den

globala uppvärmningen, vilket precis som Burek *et al.* (2008) tar upp troligen kommer öka risken för överföring av sjukdomar mellan arterna och därför även risken för en högre parasitförekomst hos isbjörnarna.

Något annat som Burek *et al.* (2008) tar upp är att global uppvärmning kan ändra förhållanden mellan värdar och patogener i relation till flera olika mekanismer. Fyra som de nämner är:

1. Förändringar i värdjurdensitet och rörelsemönster kommer leda till ändringar i överföringsgrad av patogenen
2. Ökad patogenöverlevnad samt överlevnad för patogenen i miljön
3. Utvidgning av omfattningen värdarter som är bärare samt vektorer
4. Ändringar i värdjurets känslighet för sjukdomar som följd av eventuella närings- eller giftpåfrestningar

Ett mildare Arktis kommer sannolikt bli till patogeners fördel eftersom chans till överlevnad troligen kommer öka för många av patogenerna. Detta samtidigt som isbjörnens främsta habitat förändras till isbjörnarnas nackdel och en konsekvens kanske blir att isbjörnarna blir känsligare för sjukdomar, precis som Burek *et al.* (2008) tog upp som möjlig följd.

Bradley *et al.* (2005) diskuterar att klimatuppvärmningen skulle kunna leda till nya ekonomiska möjligheter på Arktis som gör att mer människor från södra regioner flyttar upp dit för att utnyttja dem, som till exempel möjligheten att expandera djurhållningen på Arktis. Tamdjur men även husdjur som flyttar med människorna skulle kunna bli smittkälla för flera nya sjukdomar i det arktiska djurlivet tar de upp. *Toxoplasma gondii* har som huvudvärd kattdjur (Dubey 1998a) och om människor börjar flytta upp till Arktis med deras tamkatter kommer förekomsten av *Toxoplasma gondii* få chansen att öka betydligt eftersom det idag inte finns några vilda kattdjur i exempelvis Svalbard, men trots det har förekomst av parasiten hos isbjörnen och deras byten observerats.

Något Meerburg och Kijlstra (2009) tar upp är att gnagare anses vara reservoar för *Toxoplasma gondii* och enligt flera studier har gnagare spelat en viktig roll i överföringen av parasiten till djur på zoo. De tar även upp att globala uppvärmningen med högre temperaturer borde göra att gnagarna får fler matmöjligheter samt förbättring av skydd i form av löv bland annat. Så även om det skulle vara så att arktiska djurlivet inte kommer i direkt kontakt med tamkatterna skulle gnagarna kunna spela en liknande viktig roll i överföringen av parasiten till isbjörnarna som de gör i överföringen till djur på zoo. Detta samtidigt som globala uppvärmningen kommer leda till förbättrade levnadsförhållanden för gnagarna, och därmed en ökande risk för överföring till arktiska djurlivet och isbjörnarna med ett ökande antal gnagare.

Sammanfattningsvis skulle jag säga att globala uppvärmningen mycket sannolikt kommer leda till en ökande förekomst av *Trichinella* spp. och *Toxoplasma gondii* hos isbjörnarna som en konsekvens av många olika faktorer. Frågan är dock om detta verkligen är till en stor nackdel för isbjörnarna? Människan är den enda värden som blir kliniskt påverkad av *Trichinella* spp. (Gottstein *et al.* 2009) och *Toxoplasma gondii* kan orsaka abort eller medfödda sjukdomar hos sina mellanvärdar (Tenter *et al.* 2000), dock har inte de studier jag

läst verkat tyda på att kongenital överföring är en vanlig smittväg av parasiten hos isbjörnarna. Självklart kan det inte uteslutas baserat på endast det jag läst, men om det nu är så att isbjörnarna inte kliniskt blir påverkade av dessa två parasiter så kanske en ökande förekomst av dem inte spelar så stor roll för isbjörnarna? Dock tror jag att det borde finnas någon form av gräns för hur hög förekomst en enskild isbjörn kan ha av parasiten utan att bli minsta lilla påverkad. Exempelvis om en isbjörn skulle ha muskelvävnaderna fulla med *Trichinella* spp. så tror jag att muskelvävnaderna tillslut borde påverkas i alla fall lite, och därmed isbjörnen, fastän *Trichinella* spp. i sig inte påverkar isbjörnarna kliniskt. Dock har jag inte läst någon litteratur inom det området, så jag har inga studier som stödjer detta. En ökande förekomst av *Trichinella* spp. och *Toxoplasma gondii* hos isbjörnarna borde dock öka risken för överföring av dessa parasiter till andra värddjur, vilket troligen leder till en högre förekomst av parasiterna hos dem. Till exempel borde risken att människor smittas öka, vilket då plötsligt blir ett helt annat problem och av betydelse för oss. Globala uppvärmningens påverkan på isbjörnens parasiter tycker jag därför är en viktig diskussion, inte bara för isbjörnens framtid utan även för vår och andra arters.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Amstrup SC, Stirling I, Smith, TS, Perham C och Thiemann GW (2006) Recent observations of intraspecific predation and cannibalism among polar bears in the southern Beaufort Sea. *Polar Biology* 29: 997 – 1002
- Berge J, Johnsen G, Nilsen F, Gulliksen B och Slagstad D (2005) Ocean temperature oscillations enable reappearance of blue mussels *Mytilus edulis* in Svalbard after a 1000 year absence. *Marine Ecology Progress Series* 303:167–175
- Born EW och Henriksen SV AA (1990) Prevalence of *Trichinella* sp. in polar bears (*Ursus maritimus*) from northeastern Greenland. *Polar Research* 8: 313-315
- Bradley MJ, Kutz SJ, Jenkins E och O'Hara TM (2005) The potential impact of climate change on infectious diseases of Arctic fauna. *International Journal of Circumpolar Health* 64: 468-477
- Burek KA, Gulland FMD och O'Hara TM (2008) Effects of climate change on Arctic marine mammal health. *Ecological Applications* 18: 126–134
- Calvert W och Stirling I (1990) Interactions between polar bears and overwintering walruses in the Central Canadian High Arctic. *International Conference on Bear Research and Management* 8:351–356
- Derocher AE och Stirling I (1990), Distribution of polar bears (*Ursus maritimus*) during the ice-free period in western Hudson Bay. *Canadian Journal of Zoology* 68: 1395-1403
- Derocher AE, Wiig Ø och Andersen M (2002), Diet composition of polar bears in Svalbard and the western Barents Sea. *Polar Biology* 25: 448-452
- Dubey JP (1998a) Advances in the life cycle of *Toxoplasma gondii*. *International Journal for Parasitology* 28: 1019-1024
- Dubey JP (1998b) *Toxoplasma gondii* oocyst survival under defined temperatures. *Journal of Parasitology* 84: 862-865
- Dubey JP (2008) The history of *Toxoplasma gondii*: the first 100 years. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 55: 467-475
- Dubey JP, Zarnke R, Thomas NJ, Wong SK, Van Bonn W, Briggs M, Davis JW, Ewing R, Mense M, Kwok OCH, Romand S och Thulliez P (2003) *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum*, *Sarcocystis neurona*, and *Sarcocystis canis*-like infections in marine mammals. *Veterinary Parasitology* 116: 275–296.
- Fagre AC, Patyk KA, Nol P, Atwood T, Hueffer K och Duncan C (2015) A review of infectious agents in polar bears (*Ursus maritimus*) and their long-term ecological relevance. *International Association for Ecology and Health* 12: 528-539
- Forbes LB. (2000) The occurrence and ecology of *Trichinella* in marine mammals. *Veterinary Parasitology* 93: 321-334
- Gottstein B, Pozio E och Nöckler K (2009) Epidemiology, diagnosis, treatment, and control of trichinellosis. *Clinical Microbiology Reviews* 22, 127-145
- Jensen SK, Aars J, Lydersen C, Kovacs KM och Åsbakk K (2010) The prevalence of *Toxoplasma gondii* in polar bears and their marine mammal prey: evidence for a marine transmission pathway? *Polar Biology* 33: 599-606
- Kapel CMO, Measures L, Møller LN, Forbes L och Gahadhar A (2003) Experimental *Trichinella*

infection in seals. *International Journal for Parasitology* 33: 1463-1470

Larsen T och Kjos-Hanssen B (1983) *Trichinella* sp. in polar bears from Svalbard, in relation to hide length and age. *Polar Research* 1: 89-96

Lindsay DS, Collins MV, Mitchell SM, Cole RA, Flick GJ, Wetch CN, Lindquist A och Dubey JP (2003) Sporulation and survival of *Toxoplasma gondii* oocysts in seawater. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 50:687–688

Meerburg BG och Kijlstra A (2009) Changing climate – changing pathogens: *Toxoplasma gondii* in North-Western Europe. *Parasitology Research* 105: 17-24

Nationalencyklopedin, 2016a. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/isbjörn> (hämtad 2016-03-30)

Nationalencyklopedin, 2016b. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/vikare> (hämtad 2016-03-22)

Oksanen A, Tryland M, Johnsen K och Dubey JP (1998) Serosurvey of *Toxoplasma gondii* in North Atlantic marine mammals by the use of agglutination test employing whole tachyzoites and dithiothreitol. *Comparative Immunology Microbiology and Infectious Diseases* 21:107–114

Oksanen A, Åsbakk K, Prestrud KW, Aars J, Derocher AE, Tryland M, Wiig Ø, Dubey JP, Sonne C, Dietz R, Andersen M och Born EW (2009) Prevalence of antibodies against *Toxoplasma gondii* in polar bears *Ursus maritimus* from Svalbard and East Greenland. *Journal of Parasitology* 95:89–94

Rogers LL och Rogers SM (1976) Parasites of Bears: A Review. *International Conference on Bear Research and Management* 3: 411–430

Stempniewicz L (1993) The polar bear *Ursus maritimus* feeding in a seabird colony in Frans Josef Land. *Polar Research* 12: 33–36

Stirling I och Derocher AE (1993) Possible impacts of climatic warming on polar bears. *Arctic* 46: 240–245

Tenter AM, Heckeroth AR och Weiss LM (2000) *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *International Journal for Parasitology* 30: 1217-1258

Wakelin B och Goyal PK (1996) *Trichinella* Isolates: Parasite Variability and Host Responses. *International Journal for Parasitology* 26: 471-481